

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**  
**CEPPAD – CENTRO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM**  
**ADMINISTRAÇÃO**

**MBA GESTÃO DA QUALIDADE**

**ALESSANDRO ROGÉRIO DE MORAES RODRIGUES**

**MELHORIA NO PROCESSO DE TREFILAÇÃO DE COBRE**

**ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA METALÚRGICA**

**CURITIBA**  
**SETEMBRO / 2013**

ALESSANDRO ROGERIO DE MORAES RODRIGUES

## **MELHORIA NO PROCESSO DE TREFILAÇÃO DE COBRE**

ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA METALURGICA

Projeto apresentado como requisito para  
conclusão da MBA em Gestão da Qualidade  
UFPR – CEPPAD

Orientador: Pedro José Steiner

**CURITIBA  
SETEMBRO / 2013**

## DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, que durante toda minha vida  
não mediram esforços para meu  
engrandecimento como cidadão.*

## **AGRADECIMENTOS**

A empresa ConduSPAR LTDA, onde destaco o Sr. Raphael Vial (Diretor Industrial) e a todos que colaboraram, para o desenvolvimento e a realização deste trabalho. Ao professor Pedro Steiner pela dedicação e orientação durante o período de concepção deste trabalho.

## **RESUMO**

Este trabalho foi desenvolvido na área operacional do setor de trefilação da empresa Condu spar LTDA com o objetivo de reduzir desperdícios e a oxidação do cobre durante seu processo de trefilação, possibilitando assim melhorias significativas à empresa.

Este trabalho inicia-se mostrando a grande importância da melhoria nos processos produtivos, baseando-se em estudos bibliográficos apresentam-se definições importantes referentes a técnicas do processo de trefilação.

Em seguida relataremos as técnicas aplicadas na empresa estudada, detalhando os temas seguidos e os resultados e conclusões obtidas.

.

## **ABSTRACT**

This work was developed in the operational area of the sector of the company drawing Condu spar LTDA with the aim of reducing waste and the oxidation of copper during his drawing process, thus enabling significant improvements to the company. This work starts showing the great importance of improving production processes, based on bibliographical studies presents important settings relating to the technical drawing process. Then we report the techniques applied in the studied company, detailing themes followed and the results and conclusions.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>1.1. OBJETIVOS.....</b>	<b>7</b>
1.1.1. Objetivo Geral .....	7
1.1.2. Objetivos Específicos .....	7
<b>1.2. JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>7</b>
<b>1.3. METODOLOGIA .....</b>	<b>9</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1. COBRE .....</b>	<b>10</b>
2.1.1. A História do Cobre.....	10
2.1.2. Os Condutores Elétricos .....	11
2.1.3. Características dos Condutores Elétricos .....	12
2.1.4. Isolamento dos Condutores .....	13
2.1.5. Fio Condutor Elétrico.....	14
2.1.6. Cabo Condutor Elétrico .....	14
<b>3. ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA METALURGICA CONDUSPAR LTDA.....</b>	<b>16</b>
<b>3.1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
3.1.1. Trefilação .....	16
3.1.2. Definição Componentes Básicos de uma Máquina de Trefilação.....	18
<b>3.2. A EMPRESA .....</b>	<b>21</b>
<b>3.3. EXECUÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO TRABALHO .....</b>	<b>22</b>
3.3.1. Coleta de Dados .....	22
3.3.2. Causas Potenciais Levantadas .....	23
3.3.3. Plano de Ação das Principais Causas.....	24
3.3.4. Análise dos Resultados .....	25
<b>4. CONCLUSÃO .....</b>	<b>28</b>
<b>5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>29</b>

## **1. INTRODUÇÃO**

Na indústria de condutores e cabos elétricos, com um cenário cada vez mais competitivo pela entrada de produtos importados a baixo custo, especialmente procedentes da China e da Índia, as empresas nacionais vêm buscando através da diferenciação de produtos por tecnologia e qualidade o seu espaço. Com base neste contexto, visualizou-se a necessidade de aplicar a empresa Condu spar Ltda. um estudo com o objetivo de aplicar melhorias ao processo de trefilação, a fim de produzir com qualidade diferenciada e menores custos produtivos através da redução de desperdícios e retrabalhos, aumento de produtividade e redução de não conformidades.

### **1.1. OBJETIVOS**

#### **1.1.1. Objetivo Geral**

O trabalho a ser desenvolvido tem como objetivo principal a redução de desperdícios e oxidação do cobre durante o processo de trefilação, obtendo assim ganhos de qualidade no produto fabricado e na produtividade final do processo de trefilação, bem como em seus processos subsequentes.

#### **1.1.2. Objetivos Específicos**

- Reduzir refugos no processo;
- Reduzir custos de não qualidade e processo;
- Reduzir reclamações de clientes por problemas de qualidade do produto.

### **1.2. JUSTIFICATIVA**

Atualmente, pode-se verificar que o mercado mundial vem registrando uma significativa expansão, tanto no que se refere aos montantes produzidos, quanto ao comércio entre os grandes países produtores e consumidores. Isto tem sido possibilitado pela expansão do número de consumidores em todo o mundo, pelo aumento da renda nos países mais desenvolvidos e pela abertura dos mercados ao



comercio internacional. Quanto à indústria fabricante de condutores elétricos no Brasil, é caracterizada pela heterogeneidade tecnológica e gerencial. Convivem, em um mesmo segmento de mercado.

a) Empresas modernas, com padrão tecnológico e estratégias semelhantes às empresas de melhor desempenho mundial;

b) Empresas parcialmente modernizadas, com equipamentos atualizados em etapas estratégicas ou mesmo com maquinário antigo, mas dispondo de rigoroso controle de qualidade e capacitação em *design*;

c) E um grande número de empresas que têm padrões tecnológicos e gerenciais ultrapassados.

Enfocando o segmento específico de trefilação de cobre, no qual o trabalho é baseado, vê-se que o transporte e manuseio de matéria-prima e produtos semi elaborados são realizados em geral de forma manual e inadequada, prejudicando a qualidade dos produtos de toda a cadeia. E são poucas as plantas que utilizam equipamentos de automação de processo, marco central da modernização produtiva do setor no plano internacional.

Nas últimas décadas os diversos setores da economia passaram por mudanças profundas, seja em função de mudanças conjunturais ou por inovações tecnológicas, que têm alterado funções e processos, criando maquinários cada vez mais velozes.

Pra o setor de produção de condutores elétricos, particularmente, os efeitos causados pelas mudanças, levaram-no a um redesenho, com mudanças tanto no comportamento da empresa, quanto em sua participação no mercado. No Brasil, a sua importância não é menor, tendo desempenhado um papel de grande relevância no processo de desenvolvimento do país.

Já nas últimas décadas, as ofertas de produtos de consumo e bens duráveis tornaram-se cada vez maiores que a demanda, levando a maior parte dos sistemas produtivos a funcionar com ociosidade.

Além disso, a demanda tornou-se diferenciada devido ao perfil mais complexo da classe média que está cada vez mais seletiva e exigente. Por outro lado, a recente abertura do mercado brasileiro para o exterior expôs a indústria nacional a concorrência mundial, atingindo duramente vários segmentos industriais.

Com essas alterações de mercado e a conseqüente e crescente competitividade, empresas de diferentes setores têm procurado vantagens

competitivas em qualidade, custo e prazos de entrega através do desenvolvimento de programas de gerenciamento da qualidade e certificação de sistemas da qualidade.

Para Juran (1993), fundamental para a obtenção dessas vantagens competitivas é a melhoria dos processos produtivos.

Segundo Taguchi (1990), processos com qualidade de conformação insatisfatória não conseguem ser competitivos em custo, no mínimo em decorrência dos altos índices de refugo e retrabalho; não conseguem ser competitivos em prazos de entrega, já que o volume de produção aceitável será imprevisível; e finalmente não conseguem também ser competitivos em qualidade, já que muito provavelmente a perda de qualidade de produtos (aceitos) resultantes de processos com qualidade de conformação insatisfatória, será maior em função da dispersão excessiva dos resultados.

### 1.3. METODOLOGIA

Foi desenvolvido a partir de uma pesquisa de levantamento de dados e de fundamentos bibliográficos, voltada ao tema específico. Foram utilizados conhecimentos adquiridos durante o Curso de MBA de gestão da Qualidade da UFPR – CEPPAD, somados aos conhecimentos adquiridos pela vivência profissional.

O trabalho realizado tem como base a metodologia do processo de fabricação de fios de cobre na indústria metalúrgica, conforme as etapas abaixo descritas:

- Etapa 01: Laminação
- Etapa 02: Trefilação
- Etapa 03: Recozimento
- Etapa 04: Bobinamento

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. COBRE

O cobre é um elemento químico de símbolo **Cu** (do latim *cuprum*), número atômico 29 (29 prótons e 29 elétrons) e de massa atômica 63,6 u. À temperatura ambiente o cobre encontra-se no estado sólido.

Classificado como metal de transição, pertence ao grupo 11 (1B) da Classificação Periódica dos Elementos. É um dos metais mais importantes industrialmente, de coloração avermelhada, dúctil, maleável e bom condutor de eletricidade.

Conhecido desde a pré-história, o cobre é utilizado atualmente, para a produção de materiais condutores de eletricidade (fios e cabos), e em ligas metálicas como latão e bronze.

#### 2.1.1. A História do Cobre

O cobre nativo, o primeiro metal usado pelo homem, era conhecido por algumas das mais antigas civilizações que se tem notícia e tem sido utilizado pelo menos há 10.000 anos - onde atualmente é o norte do Iraque foi encontrado um colar de cobre de 8700 AC, porém o descobrimento acidental do metal pode ter ocorrido vários milênios antes. Em 5000 AC, já se realizava a fusão e refinação do cobre a partir de óxidos como a malaquita e a zurita.

Os primeiros indícios de utilização do ouro não foram vislumbrados até 4000 AC. Descobriram-se moedas, armas, utensílios domésticos sumérios de cobre e bronze de 3000 AC, assim como egípcios da mesma época, inclusive tubos de cobre. Os egípcios também descobriram que a adição de pequenas quantidades de estanho facilitava a fusão do metal e aperfeiçoaram os métodos de obtenção do bronze e ao observarem a durabilidade do material representaram o cobre com o *Ankh*, símbolo da vida eterna.

Na antiga China se conhece o uso do cobre desde, ao menos, 2000 anos antes de nossa era, e em 1200 A.C. já se fabricavam bronzes de excelente qualidade estabelecendo um manifesto domínio na metalurgia sem comparação com

a do Ocidente. Na Europa o *homem de gelo* encontrado no Tirol (Itália) em 1991, cujos restos têm uma idade de 5300 anos, estava acompanhado de um machado com uma pureza de 99,7%, e os elevados índices de arsênico encontrados em seu cabelo levam a supor que fundiu o metal para a fabricação da ferramenta.

O cobre é um metal de transição avermelhado, que apresenta alta condutibilidade elétrica e térmica, só superada pela da prata. É possível que o cobre tenha sido o metal mais antigo a ser utilizado, pois se têm encontrado objetos de cobre de 8700 A.C. Pode ser encontrado em diversos minerais e pode ser encontrado nativo, na forma metálica, em alguns lugares. Fenícios importaram o cobre da Grécia, não tardando em explorar as minas do seu território, como atestam os nomes das cidades Calce, Cálcis e Calcitis (de bronze), ainda que tenha sido Chipre, a meio caminho entre Grécia e Egito, por muito tempo o país do cobre por excelência, ao ponto de os romanos chamarem o metal de *aes cyprium* ou simplesmente *cyprium* e *cuprum*, donde provém o seu nome. Além disso, o cobre foi representado com o mesmo signo que Vênus (a Afrodite grega), pois Chipre estava consagrada a deusa da beleza e os espelhos eram fabricados com este metal. O símbolo, *espelho de Vênus* da mitologia e da alquimia, modificação do egípcio *Ankh* foi posteriormente adotado por Carl Linné para simbolizar o gênero feminino (♀).

O uso do bronze predominou de tal maneira durante um período da história da humanidade que terminou denominando-se «Era do Bronze». O período de transição entre o neolítico (final da Idade da Pedra) e a Idade do Bronze foi denominado período calcolítico (do grego *Chalkos*), limite que marca a passagem da pré-história para a história.

### 2.1.2. Os Condutores Elétricos

Condutores, no contexto da física e da engenharia elétrica, são materiais nos quais as cargas elétricas se deslocam de maneira relativamente livre. Quando tais materiais são carregados em alguma região pequena, a carga distribui-se prontamente sobre toda a superfície do material.

Nos sólidos que possuem elétrons livres, como os metais, é possível que a carga elétrica seja transportada através deles, por isso dizemos que são condutores de eletricidade. Nessas matérias, o movimento de cargas elétricas é composto por cargas negativas. Materiais como o cobre, o alumínio e a prata são bons condutores.

### 2.1.3. Características dos Condutores Eléctricos

Tanto o fio condutor como o cabo condutor eléctrico, são utilizados para transportar a energia eléctrica (corrente eléctrica) de um ponto para outro ponto de um aparelho ou de um circuito. Os fios condutores ou os cabos condutores eléctricos são feitos de cobre e também de alumínio, pois como todos nós sabemos o cobre e o alumínio são metais com excelentes características condutoras de electricidade e a um preço bastante acessível, principalmente o alumínio. Afim de, facilitar a sua soldadura, estes condutores são muitas vezes estanhados, ou seja, são cobertos por uma pequena camada de estanho. A secção, ou a “espessura” de um fio ou de um cabo condutor, depende da quantidade de electricidade que este terá que suportar. Tal como um cano de água terá que ser mais largo (ou ter maior secção) se por ele tiver que passar mais água, assim também terá um fio ou cabo condutor que ter maior secção se por este tiver que passar uma maior quantidade de electricidade, ou intensidade de corrente eléctrica.



*Figura 01 – Cabos Eléctricos.*

*Fonte: Catálogo de Produtos – Grupo Condusa.*

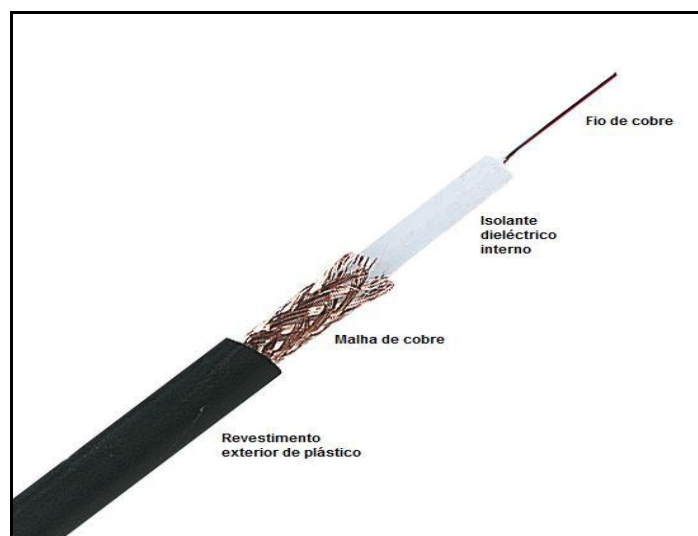
Pode-se ainda dizer que existem condutores com variadas secções e com múltiplas configurações. Como exemplo, posso salientar os condutores unifilares (de um só fio), os condutores bifilares (de dois fios), os condutores trifilares (de três fios), etc.

#### 2.1.4. Isolamento dos Condutores

Num circuito eléctrico podem-se usar condutores desnudados quando não existir a possibilidade de contacto eléctrico entre eles. Têm o nome de desnudados quando não é usado qualquer material isolante para cobri-los. Como são óbvios, estes condutores têm um preço mais baixo.

Quando existe a possibilidade de existir algum tipo de contacto entre os condutores, estes terão que ser cobertos por um material isolante. Os materiais isolantes mais usados na cobertura dos condutores são o policloreto de vinilo e o teflon. (plásticos).

Tal como um condutor terá que ter maior secção se por ele passar uma corrente eléctrica maior, também este terá que ter um isolamento com mais espessura se nele estiver presente uma tensão ou voltagem de maior valor.



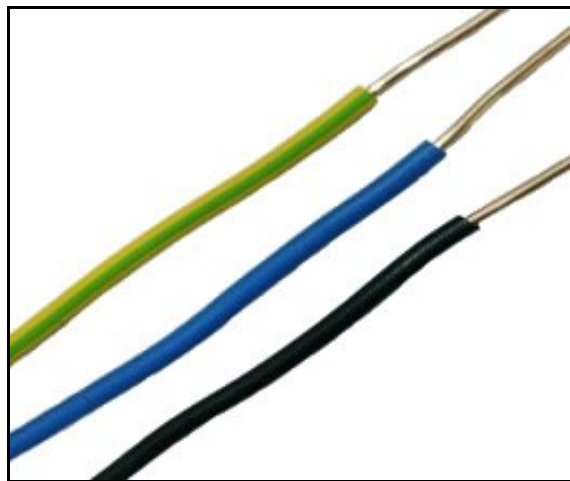
*Figura 02 – Isolamento de Condutores Eléctricos.  
Fonte: Catálogo de Produtos – Grupo Condusa.*

Certos condutores podem irradiar ou captar energia eléctrica. Quando isto acontece, funcionam como antenas. Quando não se pretende que isto aconteça, utilizam-se condutores cobertos de uma malha de cobre flexível que fica por cima do isolamento dos condutores que evita que estas radiações sejam emitidas ou captadas.

### 2.1.5. Fio Condutor Elétrico

Um fio condutor é formado por um só fio, com uma secção muito pequena em relação ao comprimento que tem.

Devido à sua rigidez é mais fácil de partir se for dobrado algumas vezes por isso só são utilizados em situações em que não vão ser submetidos a dobragens.

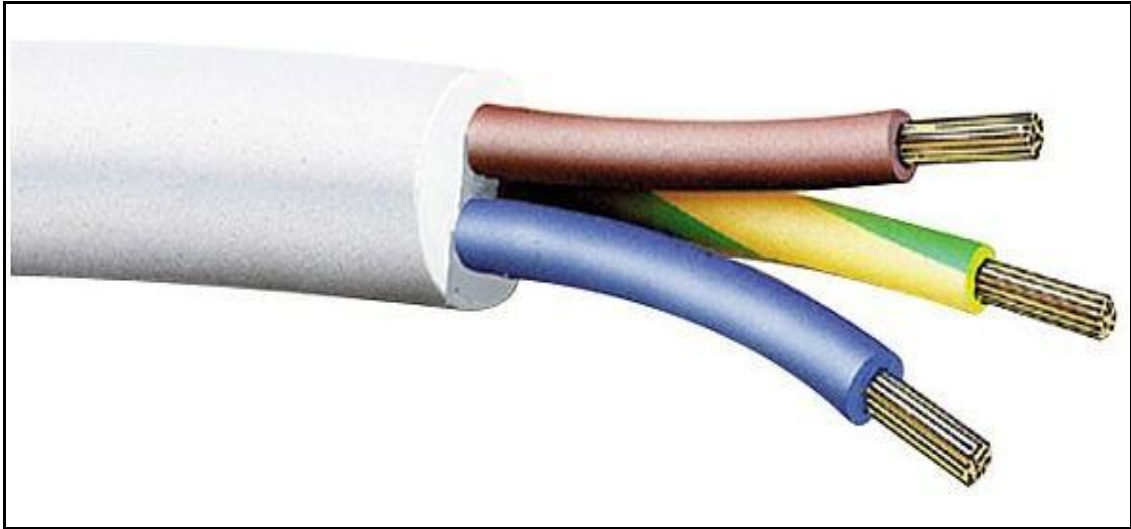


*Figura 03 – Fio Condutor Elétrico.  
Fonte: Catálogo de Produtos – Grupo Condusa.*

Como exemplo, temos os condutores que passam no interior das paredes das nossas casas, onde são introduzidos em tubos plásticos e permanecem inamovíveis.

### 2.1.6. Cabo Condutor Elétrico

Um cabo condutor é formado por vários fios condutores, entrelaçados uns nos outros. São flexíveis e suportam muitas dobragens sem nunca se quebrarem. São por isso, utilizados na ligação entre duas partes de um circuito que podem mudar de posição e que estão, por isso, submetidos a esforços de dobragem.



*Figura 04 – Cabo Eléctrico.*

*Fonte: Catálogo de Produtos – Grupo Condusa.*

Podemos encontrar cabos eléctricos em todos os aparelhos electrodomésticos, na ligação destes às tomadas da rede eléctrica. Se aqui fossem utilizados fios, o uso contínuo acabaria por quebrá-los.



### 3. ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA METALURGICA CONDUSPAR LTDA.

#### 3.1. INTRODUÇÃO

Serão definidos abaixo os principais conceitos uma trefilação de fios de cobre.

A base principal para a fabricação de fios de cobre é obter a matéria prima transformada em um vergalhão de cobre com diâmetro de 8 mm, para poder conduzi-lo ao sistema básico de trefilação que é a fieira.



*Figura 05 – Vergalhão de Cobre.  
Fonte: Manual Trefisa – Grupo Condusa.*

O tipo de processo necessário para a produção de fios de cobre é a trefilação.

##### 3.1.1. Trefilação

As máquinas de trefilação são basicamente divididas em dois tipos: as sem deslizamento e com deslizamento, como ilustrado na Figura 00.

- a) Máquinas sem deslizamento: é uma máquina que produz fios de diâmetros variados. O fio é tracionado e depois de passar pelo furo da fieira ele vai para um anel tirante que acumula o fio antes de liberar sua movimentação em direção a uma segunda fieira onde o processo se repete. Esse processo pode

ser realizado várias vezes até se atingir a bitola ou diâmetro desejado. Finalmente, o fio é enrolado em uma bobinador. (Figura 06)

- b) Máquinas com deslizamento: é uma máquina utilizada para a produção de fios de pequeno diâmetro. O fio parte de uma bobina, passa por uma roldana e segue alinhado até a primeira fieira. Na saída desta, o fio é tracionado por um anel tirante e é então enrolado nele com um número de voltas que depende da força do atrito necessária para tracionar o fio através da primeira fieira (Figura 07).

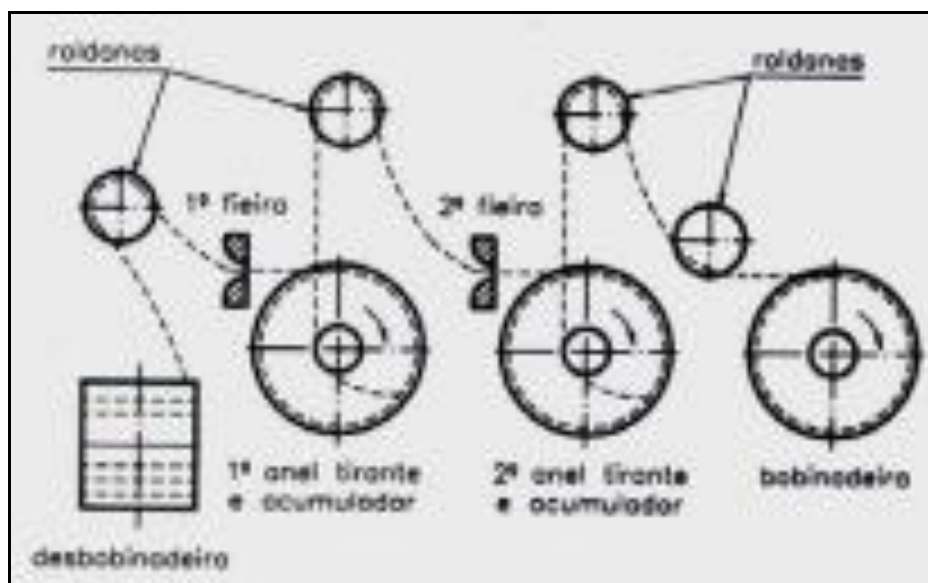


Figura 06 – Máquina de Trefilação sem Deslizamento.

Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABNaMAK/trefilacao>

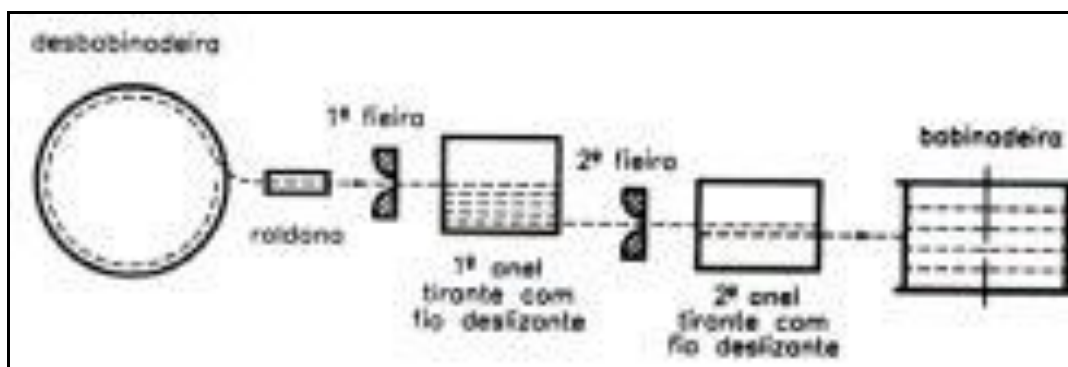


Figura 07 – Máquina de Trefilação com Deslizamento.

Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABNaMAK/trefilacao>

### 3.1.2. Definição dos Componentes Básicos de uma Máquina de Trefilação.

Vista geral de uma máquina de Trefilação de Cobre.



*Figura 08 – Linha de Trefilação Multifilar para Fios de Cobre.*

*Fonte: Sindicel – Sindicato da Indústria de Condutores Elétricos – 6 Nov.2008.*

#### **a) TREFILA**

O processo de trefilação consiste em puxar o metal através de uma matriz, por meio de uma força de tração a ele aplicada na saída da matriz. A maior parte do escoamento plástico é causada por esforços de compressão resultantes da reação do metal com a matriz. Geralmente a parte metálica apresenta simetria circular, embora isto não seja um requisito necessário.



*Figura 09 – Cabrestantes de Trefilação.*

*Fonte: Sindicel – Sindicato da Indústria de Condutores Elétricos – 6 Nov.2008.*

Existem muitas aplicações para a trefilação como produção de fios elétricos, cabos, clipes de papel, corda para instrumentos musicais e raio para rodas.

Da redução sucessiva de diâmetro de uma barra metálica maciça podem resultar barras, vergalhões e arames, dependendo do diâmetro do produto final.

Por outro lado, a trefilação pode também ser realizada em tubos ocos e, neste caso, existem diversas técnicas empregadas, com a utilização, ou não, de um mandril interno ao tubo que permite um melhor controle da espessura final.

Geralmente os processos de trefilação são realizados à temperatura ambiente; todavia, uma vez que as deformações envolvidas são normalmente grandes, ocorre um aumento considerável de temperatura durante a operação.

## **b) RECOZIMENTO**

Seus objetivos são os seguintes: remover tensões devidas a tratamento mecânicos, diminuir a dureza, aumentar a ductilidade, regularizar a textura bruta de fusão, eliminar finalmente, o efeito de quaisquer tratamentos térmicos ou mecânicos a que o aço tenha sido submetido anteriormente.



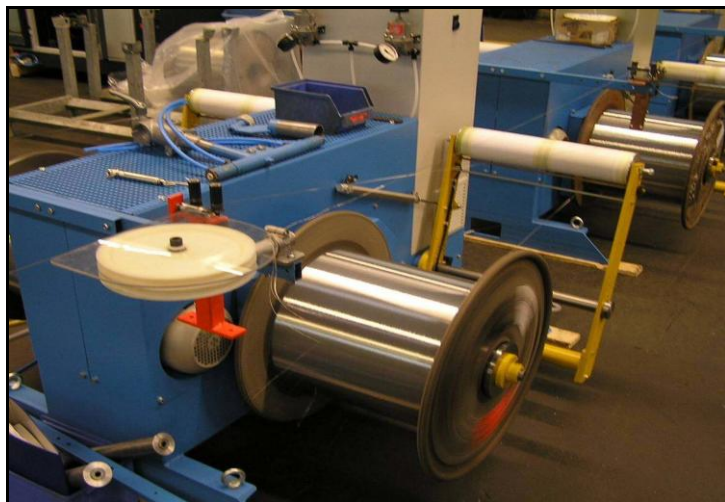


*Figura 10 – Recozedor Multifilar.*

*Fonte: Sindicel – Sindicato da Indústria de Condutores Elétricos – 6 Nov.2008.*

### **c) BOBINADOR**

A função deste equipamento é fazer o Bobinamento do fio trefilado em bobinas de diâmetros variados, ou seja, 630 mm, 800 mm e 1000 mm, podendo assim enviar-las ao processo seguinte de encordoamento.



*Figura 11 – Bobinadores Duplos.*

*Fonte: Sindicel – Sindicato da Indústria de Condutores Elétricos – 6 Nov.2008.*

### 3.2. A EMPRESA

Composto pelas empresas Condu spar Brasil, Condu spar Chile, Comando Cabos de Controle, Trefisa e Automisa, o Grupo Condusa possui, atualmente, mais de 500 colaboradores diretos e indiretos, além de representantes comerciais em todo território nacional.

Integrante do grupo, a Condu spar é, há mais de 24 anos, uma empresa brasileira especializada no fornecimento de soluções de condutores elétricos de cobre e alumínio, de baixa e média tensão para o mercado nacional e internacional.

O Grupo Condusa fabrica uma enorme variedade de produtos, sejam eles para:

- Construção civil;
- Empresas prestadoras de serviços de energia elétrica, indústrias e instalações comerciais;
- Residenciais ou para aplicações segmentadas.

Seu principal mercado está composto por:

- Instaladoras elétricas;
- Lojas;
- Distribuidores de materiais elétricos, construtoras, empresas de engenharia, órgãos públicos e estatais.

O mercado consumidor dos produtos do Grupo Condusa se ampliou em outros países da América Latina, com a implantação da Condu spar Chile.

A planta do Brasil está instalada no município de São José dos Pinhais, região metropolitana de Curitiba, no estado do Paraná, estando próxima de locais de fácil escoamento de produtos e de recepção de matéria-prima.

A Condu spar possui certificados de qualidade e normas de segurança de todos os seus produtos, bem como de toda a sua fábrica, o que compreende projeto, desenvolvimento, produção e serviço.

O sistema de Gestão da Garantia da Qualidade Condu spar atende às normas NBR ISO 9001 e está certificada pelo INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial.

Em produtos que atendem o mercado de energia, os fios e cabos elétricos devem possuir certificação compulsória e avaliação da conformidade - que é uma condição de obrigatoriedade, sem ela, o produto não tem permissão para ser comercializado no Brasil e em muitos outros países.

### 3.3. EXECUÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO TRABALHO

#### 3.3.1. Coleta de Dados

Para a execução do trabalho, foi realizado um levantamento dos resultados obtidos nos últimos meses referentes à quantidade de fio trefilado e percentual de resíduos gerados no setor de trefilação. Os valores obtidos foram expostos no gráfico e tabela abaixo.

<i>Indicadores de Performance</i>	<i>jan/13</i>	<i>fev/13</i>	<i>mar/13</i>	<i>abr/13</i>
<b>Toneladas Produzidas</b>	1.507	1.284	1.157	1.326
<b>Toneladas de Sucata (Desperdício)</b>	97	87	88	106
<b>% Sucata</b>	6,0%	6,3%	7,1%	7,4%
<b>PPM de Sucata</b>	60.474	63.457	70.683	74.022

*Quadro 01: Quadro de Evolução de Desperdícios.*  
*Fonte: Dados de Produção ConduSPAR 2013.*

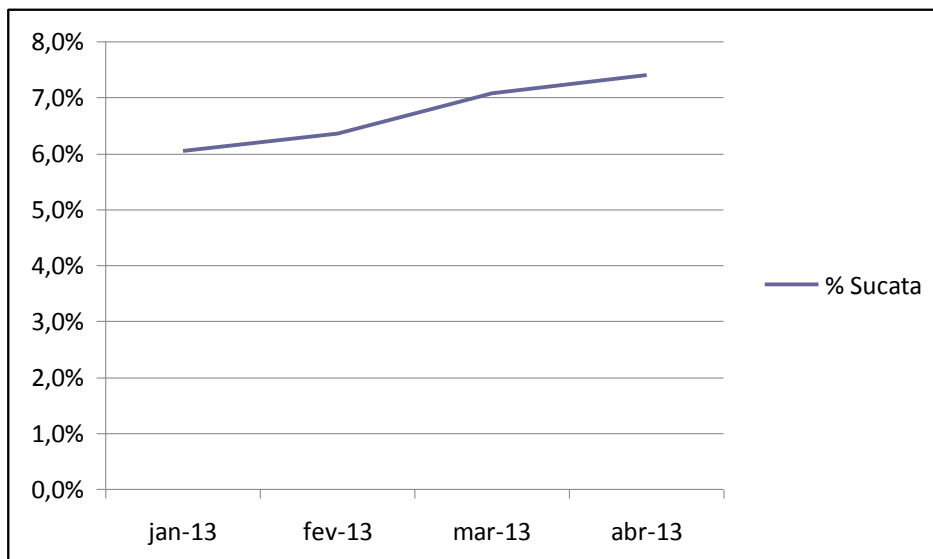


Gráfico 01: Gráfico de Evolução de Desperdícios.  
 Fonte: Dados de Produção Conduspar 2013.

Observação: A variação referente às toneladas produzidas diz respeito ao mix de produtos que se apresentam em produção no momento da medição, ou seja, está diretamente relacionada a variação de bitolas produzidas.

### 3.3.2. Causas Potenciais Levantadas

Para o levantamento das causas potenciais foi necessária a formação de um grupo multidisciplinar com o objetivo de listar as principais causas da elevada quantidade de desperdícios. As informações levantadas tiveram como base a experiência e a vivência técnica de cada componente do grupo.

Após o brainstorming realizado com o grupo, as causas levantadas foram ordenadas em diagrama de Ishikawa, a fim de expor as relações de um determinado efeito e suas causas potenciais, podendo assim serem priorizadas para resultado mais rápido e eficiente.



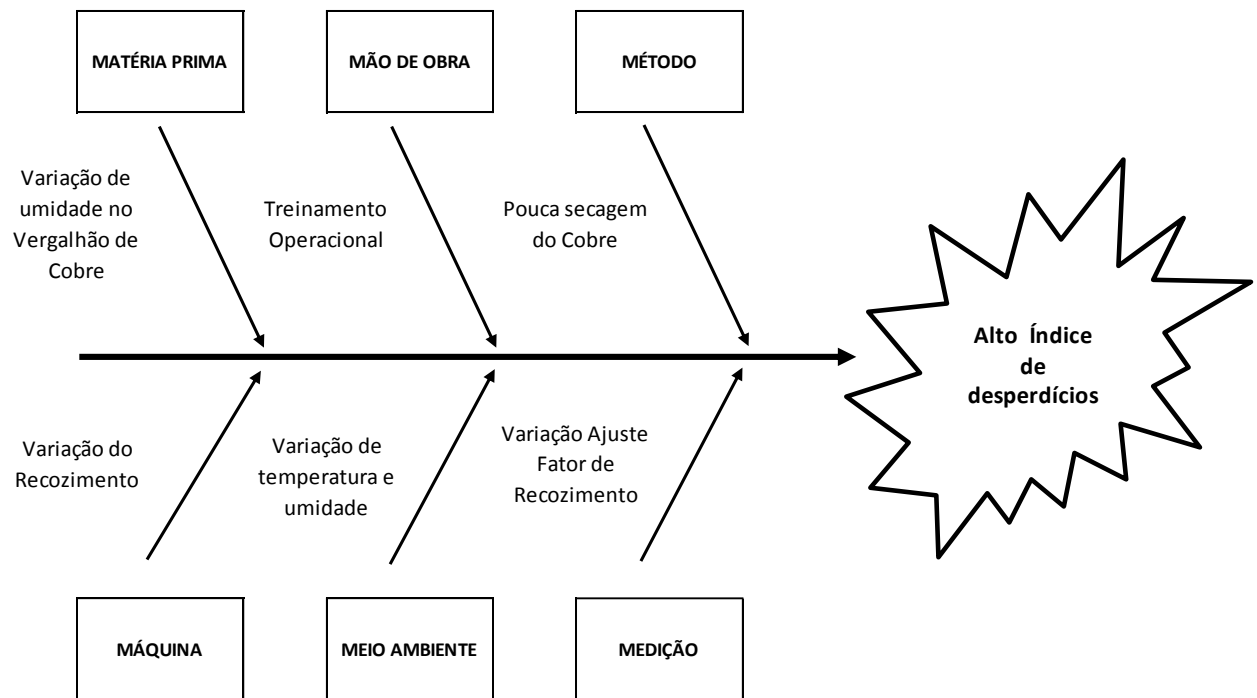


Figura 12 – Diagrama de Causa e Efeito  
 Fonte: Ata de Reunião Janeiro / 2013 – Condu spar Ltda.

Após discussão do grupo, baseado na vivência e experiência técnica de cada membro, foram listados os seguintes itens como os principais geradores do problema estudado:

1. Variação do % do fator de recozimento;
2. Diâmetro das cerâmicas da placa de secagem;
3. Ar comprimido com alto índice de umidade.

### 3.3.3. Plano de Ação das Principais Causas

Para as causas anteriormente relacionadas foi elaborado um plano de ações corretivas por compreender que a eliminação dessas possíveis causas traria um benefício significativo para a redução de desperdícios no processo de trefilação da empresa estudada. Estas ações são listadas abaixo:

<b>Causas</b>	<b>Ações</b>	<b>Responsáveis</b>	<b>Prazo</b>
Variação do % de fator de recozimento.	Inserir parâmetros de % de fator de recozimento nas fichas técnicas de produto.	Engenheiro de Processo	10 dias
Diâmetro das cerâmicas da placa de secagem.	Reduzir a tolerância do diâmetro do furo interno das cerâmicas de 15% para 10%.	Engenheiro de Processo	25 dias
Alto índice de umidade na linha de ar comprimido.	Instalação de sistema de Nitrogênio para retirada da humidade.	Gerente de Manutenção	45 dias

*Quadro 02: Plano de Ações para Causas Potenciais*  
*Fonte: Ata de Reunião Janeiro / 2013 – ConduSPAR Ltda.*

### **3.3.4. Análise dos Resultados**

Após a execução do plano de ação, verificou-se que as ações pretendidas foram eficientes, visto que apresentaram resultados satisfatórios. Observou-se uma redução considerável do indicador de percentual de desperdícios, o que apresentará um ganho ainda maior na qualidade final do produto pelo maior controle obtido através das mudanças propostas.

Conforme a tabela e gráfico abaixo, podemos avaliar a redução significativa que este trabalho proporcionou.

Indicadores de Performance	Antes da Implementação das Ações				Depois da Implementação das Ações			
	jan/13	fev/13	mar/13	abr/13	mai/13	jun/13	jul/13	ago/13
Toneladas Produzidas	1.507	1.284	1.157	1.326	1.078	1.164	1.297	1.317
Toneladas de Sucata (Desperdício)	97	87	88	106	38	29	31	24
% Sucata	6,0%	6,3%	7,1%	7,4%	3,4%	2,4%	2,3%	1,8%
PPM de Sucata	60.474	63.457	70.683	74.022	34.050	24.308	23.343	17.897

Quadro 03: Quadro de Evolução de Desperdícios

Fonte: Dados de produção ConduSPAR 2013.

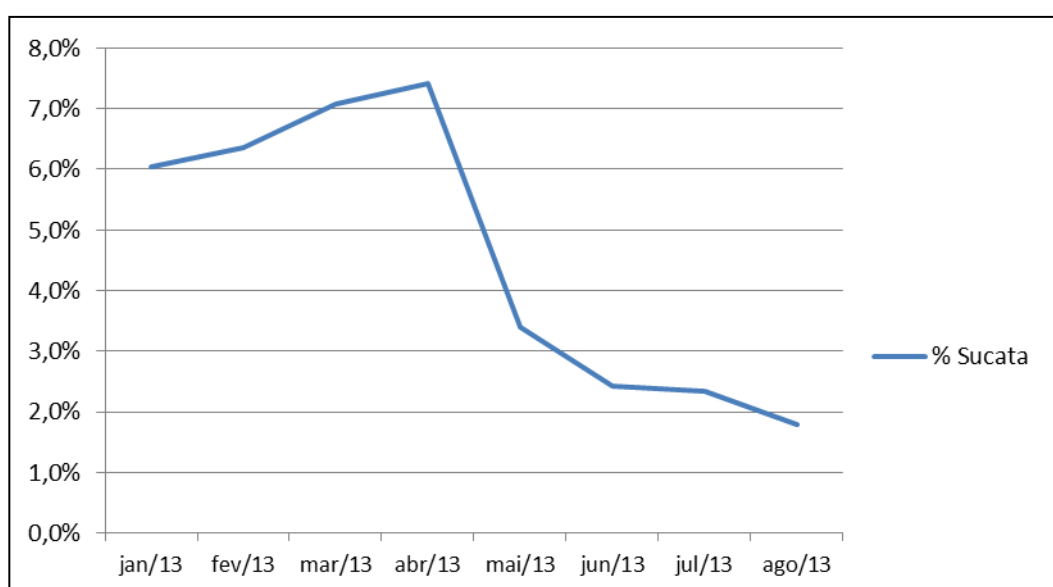


Gráfico 02: Gráfico de Evolução de Desperdícios

Fonte: Dados de Produção ConduSPAR 2013.

Verificou-se que as principais causas geradoras de desperdícios estavam relacionadas à falta de constância e controle de algumas variáveis que influenciam o processo produtivo. Os novos procedimentos e limites foram incluídos nas Fichas Técnicas de Produto já existente no processo e todos os colaboradores que fazem parte do processo produtivo foram treinados para implantação dos novos procedimentos.

A redução da quantidade de desperdícios abordado neste trabalho trouxe uma economia significativa à empresa conforme descrito em quadro abaixo:

Custo Médio Desperdício - Mão-de-obra + Diferencial Custo de MP (Vergalhão de Cobre)	R\$ 4,70
Média Kgs de Desperdícios Mensal - Antes das Ações	94.500
Custo Médio Mensal de Desperdícios - Antes das Ações	R\$ 444.436,09
Média Kgs Mensal de Desperdícios - Depois das Ações	30.500
Custo Médio Mensal de Desperdícios - Depois das Ações	R\$ 143.442,34
<b>Redução de Custo Médio de Desperdícios (Mensal)</b>	<b>R\$ 300.993,75</b>
<b>Redução de Custo Médio de Desperdícios (Anual - previsão 2013)</b>	<b>R\$ 3.611.925,03</b>

*Quadro 04: Cálculo de Custo de Desperdícios.  
Fonte: Dados de Produção Conduspar 2013.*

#### **4. CONCLUSÃO**

O trabalho desenvolvido na Condu spar LTDA teve seus objetivos alcançados. Possibilitou o desenvolvimento de uma análise crítica e técnica em uma área importante dentro da empresa, desenvolvendo uma metodologia contínua e flexível de melhoria no processo de fabricação.

O trabalho teve um enfoque na redução dos desperdícios em curto prazo, conforme quadro 04, assim como aplicar as ações corretivas definidas.

Além disso, o estudo promoveu uma análise global, ao passo que vinculou as ações de melhoria à rotina produtiva do setor.

Podemos desta forma, considerar que o trabalho além de beneficiar economicamente a empresa, também gerou um benefício cultural aos envolvidos.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

JURAN, J. M. **Juran na Liderança pela Qualidade**. 2. ed. São Paulo, Pioneira, 1993.

TAGUCHI, G.; ELSAYED, E.; HSIANG, T. Taguchi - **Engenharia da Qualidade em Sistemas de Produção**. McGraw-Hill, 1990.

WERKEMA, M. C. C. **TQC: Ferramentas Estatísticas Básicas para o Gerenciamento de Processos**. Fundação Christiano Ottoni, Belo Horizonte, 1995.

SLACK, N. e CHAMBERS, S. e JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Ed. Atlas, 2007.

SILVA, D. C. **Metodologia de Análise e Solução de Problemas**. Florianópolis: Fundação CERTI, 1995.

BROCKA, B. e BROCKA, M. S. **Gerenciamento da Qualidade**. São Paulo: Makron, 1994.

PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade: Teoria e Prática**. São Paulo: Ed. Atlas, 2000.